

RACONTEUR

工业机械制造的 未来





Autodesk 设计的软件专为用户点亮他们的创意。您身边那些高性能的汽车，雄伟的摩天大楼，便捷的智能手机，还有让人身临其境的电影，这些或许都是我们无数的 Autodesk 客户使用 Autodesk 软件创造的佳作。

Autodesk 引领智造未来的发展道路，通过更快交付更好、成本更低的产品并减少浪费，使制造商能够满足不断增长的市场需求。借助全面的设计和制造产品组合，Autodesk 提供先进技术用于自动化和衔接端到端产品开发 workflow。

随着设计与制造的融合，我们为各家公司配备一套集成的桌面工具和基于远程服务的工具，将从设计、工程和仿真到协作、CAM、增材制造和车间管理的所有领域整合到一起。这个统一平台能够打破各个领域之间的孤岛，使工程团队能够更敏捷地协作并提高制造商的竞争力。

要了解更多信息，请访问 autodesk.com/fom

RACONTEUR

出版物赞助商



出版商 Flavia Brown
项目经理 Georgie Cauthery
编辑 Peter Archer
设计师 Elisabetta Calabritto, Grant Chapman 和 Celina Lucey
生产主管 Justyna O'Connell
数字营销经理 Kyri Rousou

贡献者

Rich McEachran
自由记者兼撰稿人，涉及初创公司、技术和创新。他的作品已发表于《卫报》、《每日电讯报》和《Professional Engineering》杂志。

Ben Rossi
他以前在 Vitesse Media 担任编辑总监，现在在 Information Age 和 Computer News Middle East 担任编辑，为全国性报纸和商业出版物撰写文章。

目录

本报告研究工业机械制造商如何利用设计与制造的融合来提高创新能力并赢得竞争优势

04

产品设计的未来
制造商如何实现新的可能

06

员工数字化
使您的人才为工业 4.0 做好准备

08

制造商如何实现固有敏捷性
调整运营模式以改善客户体验

10

提升技能以弥补制造技能差距
能不能在现有员工中找到解决方案?

12

实现自动化以提升员工的技能
自动化所创造的机会

14

服务化为制造商提供了发展的喘息空间
新的收入促进发展

设计

产品设计的未来

无论是施工现场的钻孔设备、收割作物的联合收割机还是收集风能的海上风机，齿轮箱都是一个重要组件，有助于提供转矩并提高工业机械的旋转速度

Rich McEachran

T 齿轮箱的设计越精密，其运行效率就越高，性能也越高。借助工业 4.0 以及这场数字化转型所带来的技术进步，现在可以通过数字孪生改进齿轮箱及其他机械零件的设计和制造。此流程涉及将物理资产映射到数字平台，以及使用传感器监视资产的效率、状况和实时状态。

这样，可以通知制造商应采取什么样的设计决策，从而改进未来产品的开发并延长现有产品的生命周期。

“数字孪生促进了许多事物的改进，其中最重要的一项是协作，” Accenture 英国和爱尔兰分公司工业 X.O 主管 Ben Salama 表示。

“制造商现在可以模拟组件的行为，同时设计师可以与工程师协作来提高生产力并精简工作流程。无论身在何处，他们都可以协作，以发现具有重大影响的小事物。随之而来的是节省生产成本、降低对更耐用产品的维护并提高客户满意度。”



优化资产生命周期的设计

高度依赖设备和机械的行业要求资产能够满负荷工作，有时甚至要求全天候不间断地工作；任何故障或损坏都会影响运营输出和质量。通过数字孪生，制造商可以调整设计并监视资产，从而预测何时可能需要更换零件（例如齿轮箱）。因此，工程师可以主动地而非被动地执行维修工作。

总部设在挪威的 DNV GL 是一家世界领先的能源认证机构，他们最近刚开发了 WindGEMINI。风力涡轮机数字孪生可分析大量数据，以提供整个涡轮机及其各个组件的预后分析和剩余寿命估计。

“收集的数据有两个好处，” WindGEMINI 的主管 Francesco Vanni 表示。“第一个好处是，这些数据使风力发电场运营商能够制定明智的运营决策并优化其机组。”

“第二个好处是，来自数字孪生的信息可以反馈到涡轮机的运行策略中，因此这些数据可以直接反馈到新的风力涡轮机类型的设计流程中。开发流程可以考虑最佳运行策略，并且设计目标可以从单个目标（例如，要在给定时间段收集的能量）转移到降低涡轮机整个生命周期的总体能源成本。”



260
亿美元

到 2025 年全球数字孪生市场的预测规模

Grand View Research,
2018 年

“通过数字孪生，制造商可以调整设计并监视资产，从而预测何时可能需要更换零件（例如齿轮箱）”

零件管理的重要性

获取所需备用零件的过程中出现的延误会进一步提高大型工业机械组件的维护成本和更换成本，并加大与不可避免的停机相关的运营损失。

维修和零件管理将是未来产品设计的一个关键部分。据 Formlabs 的产品设计、工程和制造业经理 Andrew Edman 所说，数字孪生也许能够加速样机制作并缩短交付周期，但除非与反应迅速且直观的预制加工技术配合使用，否则它无法填补物理 - 数字鸿沟。

“增材制造使制造商和一线装配工人能够就组件的人体工程学提供反馈，然后在同一天或第二天将改进的 3D 打印零件投入使用，” Edman 先生表示。“通过节省向客户交付组件所花费的时间，制造商可以更快对新兴趋势和客户需求做出响应。”

这还使制造商可以根据数字孪生反馈回的信息不断对资产设计进行渐进式改进，并迅速解决流程中出现的任何问题。

随着竞争的加剧，尤其是来自制造成本较低的亚洲公司的竞争，英国、欧洲和美国的制造商必须能够快速将产品推向市场。数字孪生能够帮助他们实现这个目标，同时根据特定要求量身定制产品并获得差异化竞争优势。●



员工数字化

制造业正处于变革的风口浪尖，这对于未来的成功至关重要

Rich McEachran

T 抓住第四次工业革命 (4IR) 所带来的机会，制造商需要确保其员工拥有未来所需的技能和专业知识。

问题是许多年轻工人可能会将制造业视为一个报酬较低且职业发展机会甚少的夕阳产业，这可能会阻碍他们进入这个行业。

尽管有些人可能持有负面印象，但这个行业实际上能够提供大量机会。

“制造业需要重塑。这个行业的未来依赖于年轻一代在早期阶段加入，” LCA Group 的董事总经理 Alan Sheppard 表示。这家公司制造面向多个行业的控制面板盒，包括制药业与核工业。

“年轻一代对如何以不同方式进行制造富有想法，他们更愿意通过拥抱新技术来做出改变。”

LCA Group 目前正在使自己的员工为制造业的数字化和自动化做好准备。

与前几代人相比，年轻一代对数字和技术技能的渴求毫无疑问是我们所需的。Deloitte 与制造业协会联合开展的一项研究发现，到 2028 年，单单在美国，通过数字化和自动化就能创造 460 万个新的工作岗位。但是，照当前的情形，其中 240 万个工作岗位将由于技能短缺而出现空缺。

“我们这个行业需要提高工程和制造工作流程的形象，各家公司需要改进这两个工作流并使其易于使用，” Sheppard 先生表示。“我们几乎不敢接收学校毕业生和学徒，但为了保护这个行业的未來，我们需要证明制造业能够拓展出许多职业发展机会。”

保持领先地位

随着 4IR 帮助这个行业变得更加紧密联系，制造商将能够通过衔接机械的设计和制造，使产品开发数据无缝地在流程中上下流动，从而利用技术来提高效率并加速生产。



Claudius Peters

要点总结

第四次工业革命 (4IR) 意味着数字化制造业供应链、衔接设计和制造工作流以及加快产品开发。

捕获的数据可以反馈到业务面板和工具，然后对其进行分析和使用，以制定明智的制造战略决策。

软件将能够帮助制造商提高设计效率。例如，通过与 Autodesk 合作并使用衍生式设计，Claudius Peters 制造的熟料冷却机重量减轻了 30-40%，每台机器的成本降低了 100 欧元 (123 美元 / 97 英镑)。

但为了理解来自各种技术的数据，制造商需要确保其员工具有相关的技术技能和专业知识。

年轻一代拥有丰富的数字技能，能够帮助制造业抓住 4IR 带来的机会。



年轻一代拥有丰富的数字技能，能够帮助制造业抓住 4IR 带来的机会

Claudius Peters 便是其中一个成功案例，这家公司制造面向水泥厂和燃煤电厂的重型设备，其总部位于德国汉堡附近。在 Autodesk 等技术合作伙伴的帮助下，该公司能跨部门衔接并优化流程，还能捕获数据以更快制定更明智的决策。

该公司还借助衍生式设计减少了设计和制造熟料冷却机时的材料使用量，熟料冷却机是一种用于冷却熔融岩石的机器。

据 Claudius Peters 的运营总监兼首席数字官 Thomas Nagel 所说，历史悠久的企业需要拥抱数字化才能保持竞争力。

为了保持领先地位，该公司还希望通过与该地区的科技大学建立合作伙伴关系，以发挥年轻工人 (尤其是毕业生) 的独创力。“实习生可以成为变革促进者，” Nagel 先生表示。

借助数字化使制造运营与智能系统集成后，我们需要分析持续、无缝的数据流以获取洞察分析，然后利用这些洞察分析来制定战略决策。

加入员工队伍的年轻一代是数字原生代，非常适合运用适当的分析技术来处理这些实时数据。因此，他们可以帮助制造商提高生产力和效率。●



年轻一代对如何以不同方式进行制造富有想法，他们更愿意通过拥抱新技术来做出改变

个性化

制造商如何实现固有敏捷性

客户要求获得个性化体验，但传统运营模式使得此类产品的规模化生产难以实现且成本高昂，因此制造商必须借助新技术将更多敏捷性纳入到其业务当中

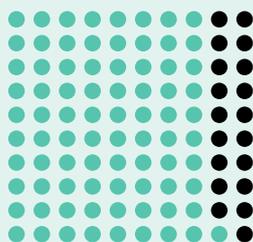
Ben Rossi

A 敏捷性一直都非常重要，但对制造商来说，敏捷性从未是如此亟待解决的议题。消费者不再接受一款产品即将推出这样的事实。客户的期望已改变，消费者希望能够随时获得样式符合自己预期的产品，从而获得满足感。

成功的制造商明白客户对良好体验的需求，但随着他们的发展壮大，他们原本提供的良好客户体验可能会丧失。问题在于许多制造商发展成大型制造商而非智能制造商。结果是系统受限于庞大的供应链和配送网络以及固定的设备成本和人员成本，这迫使制造商将最低产量设立得较高。在传统制造业，从样机制作过渡到全比例生产是一个成本高昂的承诺，并且难以进行改良。

此外，制造商还被旧系统和组织结构阻碍了前进步伐。为了解决该问题，许多制造商正在通过可根据需要换出并替换的小型自主功能来纳入敏捷性，通过优化业务和各项功能的端到端编排，他们变得更精简更灵活。

“我们与客户的互动有了新的方式，特别是当制造商和客户之间存在



81%

的企业在 2019 年主要依靠客户体验进行竞争

Gartner, 2019 年

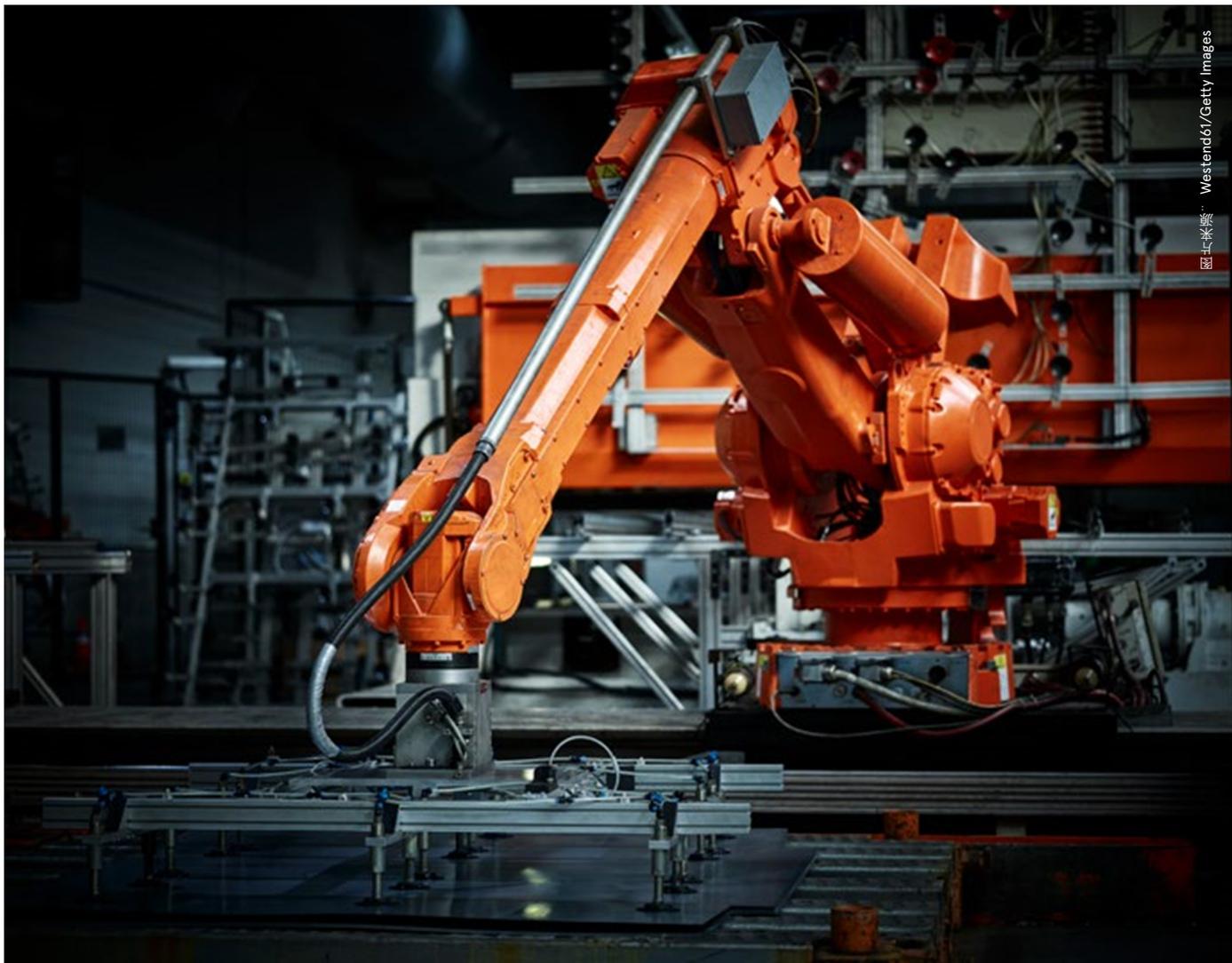
复杂的供应链时，” Fujitsu 英国和爱尔兰分公司主管制造业务的首席技术官 Graeme Wright 表示。“但拥有合适且敏捷的基础设施并实施新的工作方式是进行这一互动的关键。”

3D 打印

与此同时，新的增材制造能力正在颠覆与最低产量、供应链和上市时间相关的传统常态。“产品的构思和设计方式现在可以无缝地与单个客户体验关联，每天可以根据不同客户的要求生产数十万个组件，” HP 英国和爱尔兰分公司的董事总经理 George Brasher 表示。

很久以前是批量生产；现在，提供更加个性化的客户体验的公司能够更快发展并获得更大的盈利能力。制造业具有前所未有的多样性、敏捷性和特异性，样机制作和全比例生产之间的界限变得不那么明显。现在，设计流程可以无缝集成，而不必在耗时的采购和制造流程之前完成，使各家公司可以信心十足地大规模修改产品。

投资回报的提高将要求各家制造商重新将重点放在提升客户满意度、减少客户流失以及提高品牌忠诚度上。如果竞争对手引入了某款产品更受欢迎的版本，而已方未能快速调整来响应市场变化，那么客户必将流失。



渐进式变化

要将敏捷性纳入到现有业务模式中，制造商需要专注于推动渐进式变化，无论是棕地生产线、实际工厂还是监督 IT 系统和运营技术系统周围。要快速响应不断变化的需求，生产线必须能够快速配置。

“实现此目标的最简单方法是，在现有生产线上引入灵活机器人而非固定机床、改变手动调节器、在生产线上部署智能传感器并引入制造执行和制造运营管理系统，” Schneider Electric 的工业副总裁 Martin Walder 表示。



能够在未来的制造业中存活下来并蓬勃发展的企业不会是最大、最快或最强的企业，而是最适应变化的企业

敏捷性始终是制造业的一个竞争优势，随着技术不断迅速发展，这将变得更加明显。能够在未来的制造业中存活下来并蓬勃发展的企业不会是最大、最快或最强的企业，而是最适应变化的企业。●

提升技能以弥补制造技能差距

尽管制造商普遍报告存在制造技能差距，但解决方法也许可以在现有员工当中找到

① 制造技能展望可能会令人沮丧

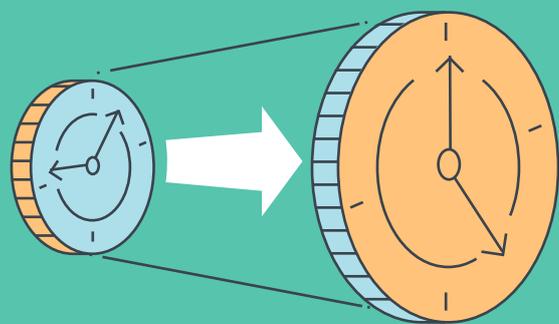
高技能制造工人的短缺日益严重



Microsoft, 2019 年

② 制造岗位较长时间得不到填补

填补空缺制造岗位所需的平均时间



70 天
2015

93 天
2018

Deloitte/Manufacturing Institute, 2018 年



269 万个

制造岗位在员工退休后保持空缺

Deloitte/Manufacturing Institute, 2018 年



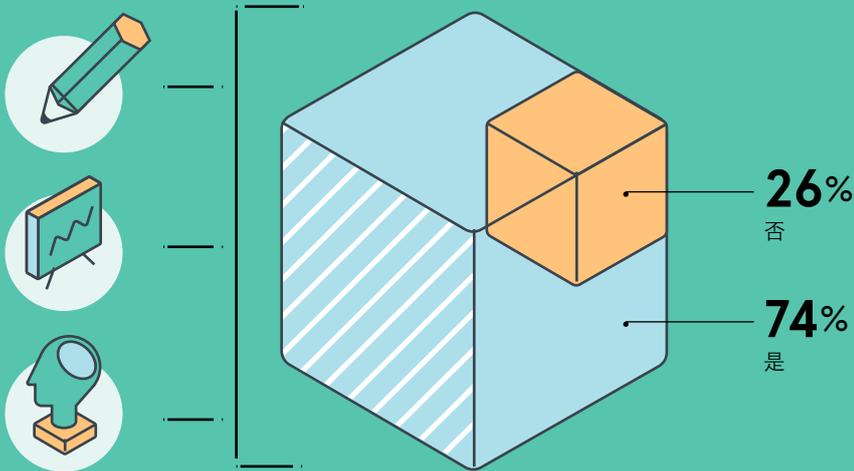
196 万个

额外的工人 (2017-2028 年) 来满足不断增长的消费品需求

Deloitte/Manufacturing Institute, 2018 年

3 企业也许可以在当前的人力资本当中找到缺少人才的解决方法，因为大部分制造岗位员工愿意提升自己的技能

员工已准备好学习新技能或接受全面再培训来保持就业能力



PwC, 2018年

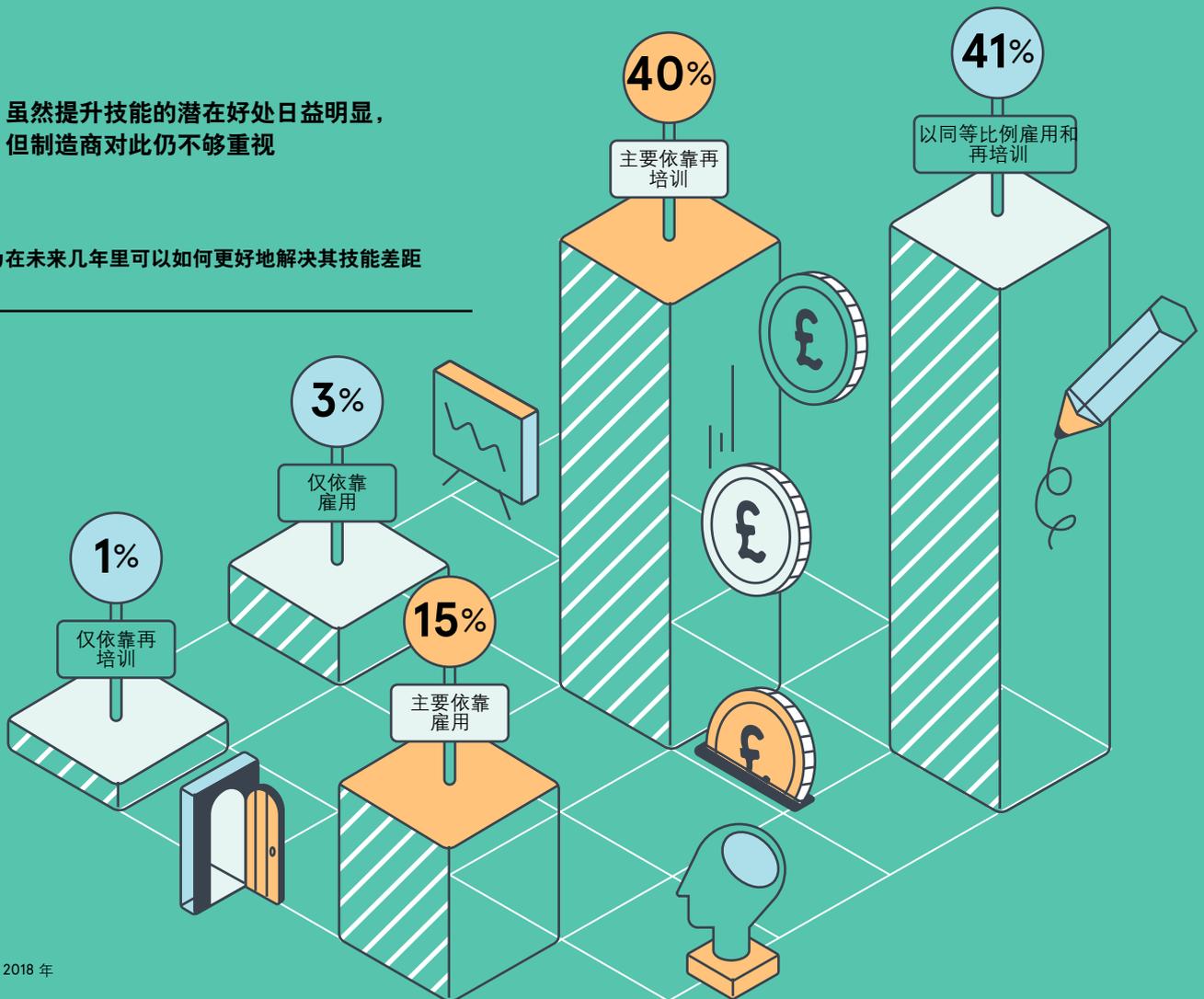


雇用成本可以通过让内部雇员学习新技能而节省下来

Deloitte, 2018年

4 虽然提升技能的潜在好处日益明显，但制造商对此仍不够重视

企业认为在未来几年里可以如何更好地解决其技能差距



McKinsey, 2018年

人才

实现自动化以提升员工的技能

机器人大军将接管全球各地的工厂和制造厂，工人将因此而被取代，头条新闻和统计数据会让我们相信这将成为事实

Rich McEachran

C 据 PwC 咨询公司估计，英国的制造业到 2035 年可能会失去当前四分之一的岗位。与此同时，牛津大学一项经常被引述的研究预测，美国可能会在未来 20 年到 25 年里失去 47% 的岗位。

但是，前景并非黯淡无光。正如全球咨询公司 Cognizant 于 2017 年发表的一份白皮书所强调的那样，部分岗位可能会失去，但得以保留下来的岗位将通过自动化增强。同时还会创造新的角色。

据 Cognizant 主管制造业、物流业、能源业和公用事业的首席数字官 Prasad Satyavolu 所说，自动化将带来无穷无尽的机会。同时，自动化的复杂性将要求制造商让员工具备所需的技能，以将自动化无缝集成到制造运营中。

Satyavolu 先生举了一个例子，即与机器人程序协同工作的智能系统和互连传感器网络。为了理解各种技术以及所生成的数据，制造商将需要获取多种多样的专业知识，由此产生了很多新角色，包括数字架构师、系统集成商和战略顾问。

更上一层楼

虽然部分角色将委派给拥有特定背景的新雇员，但目前大部分时间在工厂或制造厂执行动手操作的现有员工可能会发现自己更上一层楼。员工不必将主要精力放在人工质量控制和修复故障上，自动化将使员工能够通过预先维护来发现和防止故障，从而将更多精力放在数据质量管理和长期战略规划上，以实现差异化竞争优势。

“制造商应该鼓励工人不断学习如何与智能机器交互和协同工作，而不是惧怕它们，这一点至关重要，” Satyavolu 先生表示。

Formlabs 的产品设计、工程和制造行业经理 Andrew Edman 进一步表示，如果制造商想要利用自动化，那么为员工提升技能将是当务之急。这还能帮助制造商实现敏捷性。

“如果团队能够利用 3D 打印等技术，那么他们可以快速迭代、测试和收集反馈；这可以实现快速的产品开发周期，” Edman 先生表示。

“此外，这些反馈将创建一个可重复的框架，使制造团队能够一致地打造满足用户需求的产品。” ●

46%

制造商正在增加培训预算来弥补技能差距

Education Endowment Foundation, 2019 年



Hero Images/Getty Images 图

MxD

自动化的复杂性导致单独一家制造商无法再依靠自己满足这个联系日益紧密的行业的需求。制造商必须突破传统的运营模式并汇集跨行业专业知识，包括通过学术研究学到的知识。

MxD（以前称为 Digital Manufacturing and Design Innovation Institute）制定了一个蓝图 - The Digital Manufacturing and Design Jobs Taxonomy and Success Profiles，用于帮助制造商选择合适的雇员。最后，MxD 希望通过定义制造商应创造的角色，帮助这个行业弥补任何技能差距并针对自动化做好准备。

MxD 开展的研究确定了 165 个潜在角色，这组广泛的角色能够帮助制造商将当前员工与未来蓬勃发展所需的员工类型衔接起来。他们从这些角色当中挑选了 20 个角色作为成功典范，制造商应该根据这些主要角色为其员工提供培训并提升技能。

这些典范包括数字孪生架构师、机器学习专家、预测性维护系统专家和制造业网络安全战略师。

“

员工不必将主要精力放在人工质量控制和修复故障上，自动化将使员工能够通过预先维护来发现和防止故障，从而将更多精力放在数据质量管理和长期战略规划上

竞争优势

服务化为制造商提供了发展的喘息空间

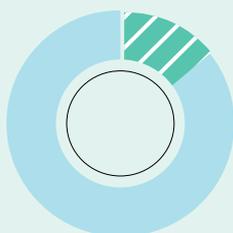
在这个充满挑战的商业环境里，随着利润不断被压缩，服务化将为制造商提供一种模式来帮助他们解决燃眉之急，这种模式使制造商能够将效率纳入到其供应链中并通过新的收入流来促进增长

Ben Rossi

服务化即随传统产品一起提供增值服务，这种模式已帮助制造商创造新的收入流、削减成本、改善客户关系并超越竞争对手。现在，Apple 公司 14% 的收入和 Rolls-Royce 公司一半以上的收入得益于这种运营模式。Boeing 公司期望其服务收入在未来十年从 80 亿美元增长至 500 亿美元，在某些情况下，服务化计划已发展成全新的公司，例如 General Electric 所创立的 GE Digital。

增值服务的概念并不新鲜，但技术进步已使服务化机会倍增。在航空航天行业，制造商正在利用物联网技术来增加预测性维护功能。化工公司正在部署由消耗驱动的补货和供应规划系统，而能源公司正在部署基于大量数据的管理资产维护计划。

推动这一趋势的不仅仅是技术。客户渴望获得面向服务的解决方案，而服务化提供了一种新的方式，通过为客户提供能够解决特定痛点的新服务让制造商从竞争对手中脱颖而出，同时降低成本、缩短交付周期并提高灵活性和响应速度。



14%

Apple 公司的收入由服务化构成

Apple, 2018 年

相对思维模式

“制造商需要从专注于交易转变为更相对的思维模式，” Infosys Consulting 公司的欧洲制造业实践主管 Rafi Billurcu 表示。“这要求持续培养客户关系，而这本身要求在文化和组织结构方面做出转变。例如，制造商需要确保其呼叫中心及其他客户联系点已到位，并对信息系统、会计实务以及风险与合规要求做出必要调整。”

随着制造商寻求提高供应链的效率，以实现最佳的服务化体验并与客户建立长期关系，设计流程与制造流程的融合度日益提高。最终用户更有可能与始终如一地提供优质服务的制造商建立更高的信任度，这会劝阻他们寻求竞争。

服务化是一个循序渐进的过程。许多制造商首先从售后备件和维修零件服务开始，然后再增加故障修复服务，在这个过程中，他们被动地提供服务。最后，他们增加年度维护合同，这可以提高来自每笔初始销售的收入金额。要销售可创造利润的维护合同，制造商必须知道产品或资产的维护成本，因此这仅仅是一小步，接着才能以服务的形式销售整个生命周期。



高利润

这使制造业成为一个高利润行业，使制造商能够更加专注于与客户共同努力的成果，而不仅仅是产品与金钱的交易。产品的设计还会影响其整个生命周期的服务成本，这导致具有售后服务收入流的行业在产品设计中更多地考虑可服务性和可靠性。“在消费者和工业环境中，服务化将更方便客户购买产品和资产，” IFS 的全球工业制造行业总监 Antony Bourne 表示。

“服务化还能帮助制造商实现差异化，使其有能力帮助客户实现目标和预期成果。如果一家制造商仅销售产品，而另一家制造商通过服务化销售服务，那么服务化制造商的风险状况较低。制造商将根据其满意的客户群和现有设备的实时表现来销售产品和服务。”



服务化是制造商赢得或失去声誉的新竞争战场

服务化是制造商赢得或失去声誉的新竞争战场。获得成功的制造商将能够更快地响应不断变化的客户需求，并更好地了解如何为客户创造他们所渴望的价值。由于客户期望迅速改变，因此在未来数年，能否获取此类知识将决定制造商是成功还是失败。

 **AUTODESK.**

RACONTEUR